

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-038419

(43)Date of publication of application : 07.02.1992

(51)Int.Cl.

G01B 21/22  
 B62D 5/06  
 B62D 6/00  
 // B62D101:00  
 B62D109:00  
 B62D111:00  
 B62D113:00

(21)Application number : 02-146417

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD  
TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 04.06.1990

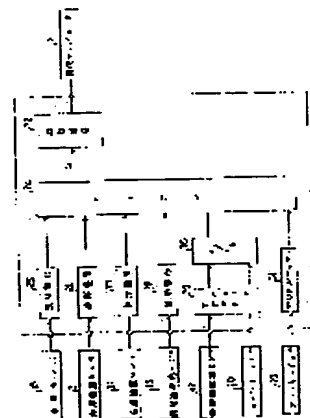
(72)Inventor : HIRANO HIROYUKI  
TSUZUKI YOSHIHIKO  
HASEDA TETSUSHI  
FUKUSHIMA AKIRA  
INOUE HIDEO  
TAKEDA OSAMU

## (54) STEERING ANGLE DETECTOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To accurately calculate a neutral position of a steering angle during a turn of a vehicle by providing a neutral position calculating means which calculates the neutral position of the steering angle with a phase difference between a signal from a rotary encoder and an estimated steering angle by an estimated steering angle calculating means taken into consideration.

CONSTITUTION: A controller 3 comprises a microcomputer 24, wave shaping circuits 25 to 28, an analog buffer 29, an A/D converter 30, a digital buffer 31 and a driving circuit 32. The wave shaping circuits 25 to 28 shape waveforms of signals from a vehicle speed sensor 15, a left wheel speed sensor 21, a right wheel speed sensor 22 and a front wheel steering angle sensor 16 and forces them to be collected into the micro computer 24. The analog buffer 29 latches respective signals from a rear wheel steering angle sensor 12 and a yaw rate sensor 20, while the A/D converter 30 performs analog-digital conversion. The digital buffer 31 latches a signal from a brake switch 23. Further the driving circuit 32 supplies current according to a current command value signal If from the micro computer 24 to a servo motor 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19)日本国特許庁(JP)

## (12) 特 許 公 報 (B2)

(11)特許番号

第2614348号

(45)発行日 平成9年(1997)5月28日

(24)登録日 平成9年(1997)2月27日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 21/22			G 0 1 B 21/22	
B 6 2 D 5/06			B 6 2 D 5/06	B
6/00			6/00	
// B 6 2 D 101:00				
109:00				

請求項の数1(全11頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平2-146417	(73)特許権者	999999999 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22)出願日	平成2年(1990)6月4日	(73)特許権者	999999999 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65)公開番号	特開平4-38419	(72)発明者	平野 博之 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本 電装株式会社内
(43)公開日	平成4年(1992)2月7日	(72)発明者	都築 嘉彦 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本 電装株式会社内
		(74)代理人	弁理士 恩田 博宣 (外1名)
		審査官	篠崎 正

最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 操舵角検出装置

## (57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 ハンドル操舵角を検出する操舵角検出センサと、

左車輪速を検出する左車輪速センサと、

右車輪速を検出する右車輪速センサと、

前記左車輪速センサによる左車輪速と前記右車輪速センサによる右車輪速とから推定舵角を算出する推定舵角算出手段と、

前記操舵角検出センサの信号と、前記推定舵角算出手段による推定舵角との間の位相差を考慮して前記ハンドル操舵角の中立位置を算出する中立位置算出手段と、  
を備えたことを特徴とする操舵角検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 〔産業上の利用分野〕

この発明は、操舵角検出装置に関するものである。

## 〔従来の技術〕

ステアリングシャフトにロータリエンコーダを取り付け、2相パルス信号をアップダウンカウントし、これをサンプリングすることで操舵角(ハンドル角)の相対値を算出することができる。操舵角の絶対値を得るには直進時、つまりハンドルが中立位置にある時の2相パルス信号のカウント値が分かればよい。しかし、ロータリエンコーダのみではハンドルの中立位置を知ることはできない。即ち、エンコーダには回転軸のセンタ合わせてパルス信号を出力できるものもあるが、通常ハンドルは約3回転する。

又、中立位置はキースイッチのオン後、一度は必ず算出しなければならない。これは、キースイッチのオフ後、ハンドルを動かせば、例えば前回のカウント値や中立位置をバックアップしておいても次のキースイッチ

3

をオンした時には前回の値よりズレてしまっているからである。

そこで、特開昭61-28811号公報には、操舵中立ゾーン信号が検出されているときの操舵角信号の平均値により中立位置を求めるようにしている。又、特開昭61-38515号公報には、車両が直進状態に近づくにつれてその時に検出された操舵角位置の重み付けを大きくして中立位置が修正・更新するようにしている。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところが、上記公報に示した装置では、限られた操舵角内でしか中立位置が求められず、又、車両旋回中において精度よく操舵角の中立位置を算出することが困難であった。

この発明の目的は、直進に限らず車両旋回中においても精度よく操舵角の中立位置を算出することができる操舵角検出装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は、第1図に示すように、ハンドル操作に伴い回転する被回転体に設けられ、被回転体の回転を検出するインクリメントタイプのロータリエンコーダM1と、左車輪速を検出する左車輪速センサM2と、右車輪速を検出する右車輪速センサM3と、前記左車輪速センサM2による左車輪速と右車輪速センサM3による右車輪速とから推定舵角を算出する推定舵角算出手段M4と、前記ロータリエンコーダM1からの信号と、前記推定舵角算出手段M4による推定舵角との間の位相差を考慮して操舵角の中立位置を算出する中立位置算出手段M5とを備えた操舵角検出装置をその要旨とするものである。

〔作用〕

本発明は、推定舵角算出手段M4が左車輪速センサM2による左車輪速と右車輪速センサM3による右車輪速とから推定舵角を算出し、中立位置算出手段M5がロータリエンコーダM1からの信号と、推定舵角算出手段M4による推定舵角との位相差を考慮して操舵角の中立位置を算出する。つまり、ハンドル操作を行うと、車輪に横力が発生して車両にモーメントが発生し、左右の車輪に速度差が発生し、この一連の動作においてハンドル操作に対し左右の車輪に速度差が発生するまでの遅れを、例えば、一次遅れの伝達特性等にて近似する。

〔実施例〕

以下、この発明を車両の後輪舵角制御装置に具体化した一実施例を図面に従って説明する。

第2図において、後輪操舵機構1内に取り付けられた直流サーボモータ2は電氣的制御装置3の電氣的指令信号を受けて正逆方向に回転し、減速ギア4を通して油圧パワーアシスト付ラック・アンド・ピニオン機構つまり操舵機構1の入力軸（図示しないトーションバー）に連結されている。トーションバーの他端にはピニオンギア5が装着されており、パワーピストン6の一端に形成されたラック7と噛み合っている。即ち、モータ2により

4

トーションバーの一端が回され、トーションバーが振じれ、油圧バルブ8の絞り面積が変化し、トーションバーの振じれを修正する方向に油圧を供給してパワーピストン6を動かす機構となっている。パワーピストン6の両端は、それぞれタイロッド9を介してナックルアーム10に連続されている。後輪11はナックルアーム10によって左右方向へ揺動自在に支持されている。

従って、図中のA矢印方向にパワーピストン6が動くことで、後輪11は作用に操舵される。そして、トーションバーの振じれがなくなると油圧バルブ8の絞り面積は「0」となり、パワーピストン6を動かす油圧は「0」となってパワーピストン6は停止する。ここで、後輪操舵角センサ12は、パワーピストン6の位置を検出し信号を出力する。電氣的制御装置3は、この信号に基づいて、パワーピストン6の位置と後輪実舵角との関係から、後輪実舵角を求めるとともに、後輪実舵角のその変化率より操舵角速度も求める。サーボモータ2を含む操舵機構1と制御装置3とによって、後輪操舵角指令位置に後輪実舵角が一致するように後輪11を位置決め制御する位置決めサーボ系を構成している。尚、13は油圧バルブ8を介してパワーピストン6に油圧を供給する油圧ポンプ、14はオイルタンクを示す。

車速センサ15は車軸又は車輪の回転速度を検出して車速Vに応じた車速信号を制御装置3に出力する。前輪操舵角センサ16はインクリメントタイプのロータリエンコーダよりなり、被回転体としてのステアリングシャフト17に設けられている。そして、ステアリングホイール18のハンドル操作に伴うステアリングシャフト17の回転を検出して前輪19の操舵角 $\theta_s$ に応じた前輪操舵角信号を制御装置3に出力する。ヨーレイトセンサ20はジャイロ等で構成され、車両の重心を中心とした車両の回転角速度（ヨーレイト $W_a$ ）に応じたヨーレイト信号を制御装置3に出力する。左車輪速センサ21は前輪19の左車輪の回転速度（左車輪速 $\omega_L$ ）を検出し、右車輪速センサ22は前輪19の右車輪の回転速度（右車輪速 $\omega_R$ ）を検出する。ブレーキスイッチ23はABS（アンチロックブレーキシステム）制御実行中、もしくは、ブレーキペダル操作が行われるとオンする。

制御装置3を第3図に基づいて説明すると、制御装置3はマイクロコンピュータ（以下、マイコンという）24と、波形整形回路25~28と、アナログバッファ29と、A/Dコンバータ30と、デジタルバッファ31と、駆動回路32とから構成されている。波形整形回路25~28は車速センサ15、左車輪速センサ21、右車輪速センサ22、前輪操舵角センサ16からの信号を波形整形してマイコン24に取り込ませる。又、アナログバッファ29は後輪操舵角センサ12とヨーレイトセンサ20からの各信号を取り込み、A/Dコンバータ30はアナログデジタル変換を行う。デジタルバッファ31はブレーキスイッチ23からの信号をラッチする。さらに、駆動回路32はマイコン24からの電流指令値

5

信号1fに応じた電流を直流サーボモータ2に供給する。

次に、このように構成した後輪舵角制御装置の作用を説明する。

第4図にはマイコン24のメイン処理ルーチンを示し、第5図には車速センサ15からのパルス信号による車速パルス処理を示す、第6図には所定時間毎（例えば、5ms毎）の割り込み処理ルーチンを示す。

第4図に示すように、マイコン24は起動時にステップ101で初期化し、ステップ102で各種処理を繰り返し行う。

一方、第5図に示すように、マイコン24はステップ201で前回のパルス割り込みが発生した時刻と今回の割り込み発生時刻とから車速パルス幅を算出して記憶する。

そして、第6図に示すように、マイコン24はステップ300で車速パルス割り込み処理で記憶された車速パルス幅から車速Vを算出する。又、同様に、左車輪速センサ21と右車輪速センサ22についても、その車輪速パルス幅により前輪19の左右の車輪速 $\omega_L$ 、 $\omega_R$ が計算される。尚、本実施例では車速センサ15にて車速Vを求めたが、車速Vを $(\omega_L + \omega_R)/2$ として求めるようにしてもよい。

そして、マイコン24はステップ400で後輪操舵角センサ12とヨーレートセンサ20からA/Dコンバータ30を介して各種A/D変換データを取り込み、ステップ500で後輪操舵角 $\theta_r$ と実ヨーレート $W_s$ を算出する。

さらに、マイコン24はステップ600で前輪操舵角（ハンドル角） $\theta_s$ を算出するルーチンを実行する。この前輪操舵角算出ルーチンを第7図に示す。又、第8図には、第7図の前輪操舵角算出ルーチンの制御ブロック図を示す。

第7図において、マイコン24はステップ601で前輪操舵角センサ16の読み取り操舵角 $\theta_s$ を取り込み、ステッ

$$\theta_{c,i}^* = (1 - b) \cdot \theta_{c,i-1}^* + b \cdot \theta_{c,i}$$

$$\hat{\theta}_i^* = (1 - b) \cdot \hat{\theta}_{i-1}^* + b \cdot \hat{\theta}_i$$

ただし、bはフィルタ定数、iは今回値、i-1は前回値。

マイコン24はステップ605で推定舵角

$$\hat{\theta}^*$$

と前輪操舵角センサ16による操舵角 $\theta_{c,i}^*$ との差

$$(\theta_{c,i}^* - \hat{\theta}^*)$$

を中立位置 $\theta_D$ として算出する。

そして、マイコン24はステップ606で補正条件が成立しているか否かを判断する。この補正条件の成立とは、上記一次遅れが成り立つ運転状態及び車両運転特性が線形で方程式にのる領域であることを意味する。即ち、推

6

\*プ602で一次遅れの伝達特性を用いて操舵角 $\theta_c$ を演算する。即ち、次式にて $\theta_c$ を演算する。

$$\theta_{c,i} = (1 - a) \cdot \theta_{c,i-1} + a \cdot \theta_{s,i}$$

ただし、aは時定数から算出される定数、iは今回値、i-1は前回値。

そして、マイコン24はステップ603で左車輪速センサ21による左車輪速 $\omega_L$ と右車輪速センサ22による右車輪速 $\omega_R$ とから次式にて推定

$$\theta_r$$

10

を算出する。

$$\hat{\theta} = \frac{N \cdot l}{W} \cdot \frac{\omega_R - \omega_L}{\omega_R + \omega_L} \cdot (1 + K \cdot V^2) \cdot \frac{180}{\pi} \quad \dots(1)$$

ただし、Nはステアリングギア比、lはホイールベース、Wはトレッド、Vは車速、Kは車両のアンダーステアあるいはオーバーステア特性を表すスタビリティファクタ。

この際、第9図に示すように、前輪舵角 $\theta_f$ は

$$\theta_f = l/R - \theta_r \quad \dots(2)$$

であり、又、第10図に示すように、旋回半径Rは

$$R = \frac{\omega_R + \omega_L}{\omega_R - \omega_L} \cdot W \quad \dots(3)$$

であるので、上記(2)、(3)式を用いて上記(1)式が導かれる。ただし、(1)式は $\theta_f \gg \theta_r$ として後輪操舵による影響を無視している。

そして、マイコン24はステップ604で $\theta_c$ と

$$\hat{\theta}$$

30

のローパスフィルタ処理を行う。即ち、次の処理を実行する。

定舵角

$$\hat{\theta}^*$$

40

の絶対値が $\theta_{MAX}$ 以下で、かつ、車速Vが $V_{LOW} \sim V_{HIGH}$ の範囲内で、かつ、ブレーキスイッチ23によりブレーキ操作が行われていない（アンチブレーキロックシステム制御中でない）と、補正条件が成立しているものとする。この補正条件が成立していると、マイコン24はステップ607で $\theta_D$ のローパスフィルタ処理を行い、最終的な中立位置 $\theta_N$ を算出する。即ち、次の処理を実行する。

$$\theta_{N,i} = (1 - c) \cdot \theta_{N,i-1} + c \cdot \theta_D$$

ただし、cはフィルタ定数、iは今回値、i-1は前回値。

50

(4)

7

このローパスフィルタ処理により車輪速に加わるノイズが除去される。

その後、マイコン24はステップ608で前輪操舵角センサ16による操舵角 $\theta_s$ と最終中立位置 $\theta_N$ との差( $=\theta_s - \theta_N$ )を最終操舵角 $\theta$ とする。一方、マイコン24はステップ606において補正条件が成立していないとステップ607の処理は行わない。

第6図において、マイコン24はステップ700で後輪操舵角指令位置 $\theta_r^*$ を算出する。即ち、車速 $V$ 、前輪の最終操舵角 $\theta$ とから次式にて目標ヨーレイト $W_s$ を算出する。

$$W_s = \frac{V}{1+K \cdot V^2} \cdot \frac{1}{1 \cdot N} \cdot \theta$$

ただし、 $K$ はステビリティファクタ、 $1$ は車両とホイールベース、 $N$ はステアリング比。

そして、マイコン24は実ヨーレイト $W_a$ と目標ヨーレイト $W_s$ との差 $\Delta W (=W_a - W_s)$ を算出し、次式にて後輪操舵角指令値 $\theta_r^*$ を算出する。

$$\theta_r^* = F(\Delta W, V)$$

ここで、 $F(\Delta W, V)$ はヨーレイト差 $\Delta W$ と車速 $V$ をパラメータとする関係とする。

マイコン24はステップ800で後輪操舵角指令位置 $\theta_r^*$ と後輪実舵角 $\theta_r$ とに基づいてその両者の差を無くすべく一般に公知の後輪位置決めサーボ演算を行い、この演算結果によりステップ900で電流指令値信号 $I_f$ を算出し、サーボモータ2を駆動すべく駆動回路32に出力する。

このように本実施例においては、マイコン24(推定舵角算出手段及び中立位置算出手段)が左車輪速センサ21による左車輪速 $\omega_L$ と右車輪速センサ22による右車輪速 $\omega_R$ とから推定舵角

$$\hat{\theta}$$

を算出するとともに、前輪操舵角センサ16(ロータリエンコーダ)からの信号の一次遅れの伝達特性を用いて、推定舵角

$$\hat{\theta}_1$$

から操舵角の中立位置を算出するようにした。つまり、ハンドル操作を行うと、車輪の横力が発生して車両にモーメントが発生し、左右の前輪19に速度差が発生し、この一連の動作においてハンドル操作に対し左右の前輪19に速度差が発生するまでに遅れが発生するが、これが一次遅れの伝達特性にて近似される。その結果、車両旋回中において精度よく操舵角の中立位置を算出することができることとなる。

又、推定舵角

$$\hat{\theta}$$

を算出する際に、スタビリティファクタ $K$ を要素にした

8

ので、より高精度に推定舵角が算出できる。

尚、この発明は上記実施例に限定されることなく、例えば、第7図中ステップ602において一次遅れの伝達特性を用いて $\theta_c$ を算出したが、ハンドル操作に対し左右の前輪19に速度差が発生するまでの遅れを $N$ 次( $N$ ;

「2」以上の整数)の伝達特性で近似してもよい。このとき、高次の伝達特性を用いると、ハンドル角の推定舵角の位相差の推定誤差を少なくすることができる。

又、推定舵角の算出の際に、後輪11の切れ角 $\theta_r$ をその要素として次式を用いて算出してもよい。

$$\hat{\theta} = \left[ \frac{N \cdot 1}{W} \cdot \frac{\omega_R - \omega_L}{\omega_R + \omega_L} \cdot \frac{180}{\pi} - N \cdot \theta_r \right] \cdot \left[ 1 + K \cdot V^2 \right]$$

又、第7図中ステップ606で判定する補正条件にハンドル角速度が設定値以下の場合に補正するという条件を追加することによりハンドル角と推定舵角の位相差の推定誤差を小さくし、精度の良い中立位置算出が可能となる。(  $|\hat{\theta}_s| \leq \hat{\theta}_{MAX}$  の判定を追加する)。

又、前述した手順にてハンドル角の中立位置を算出し、ハンドル角センサの値から中立位置補正後のハンドル角 $\theta$ を用いて後輪制御を行うが、車両のイグニッションキーがオンされ最初にハンドル角中立位置が算出されるまでは後輪制御を停止しておき、ニュートラル位置が最初に算出され確定された時点よりニュートラル補正後のハンドル角 $\theta$ を用いて後輪制御を始める。ただし、この際、車両が旋回中であると後輪が急転舵され危険であるため、ニュートラル位置が最初に算出された時点から所定時間は算出された後輪指令値に所定時間かけて「0」から「1」に変化する定数をかけて後輪指令値とし後輪の急転舵を防止する。又、あるいは、一旦直進状態を検出して直進状態から後輪制御を開始するようにしてもよい。

又、上記実施例では操舵角の中立位置を求める際には、一次遅れの伝達関数( $1/(Ts+1)$ )での時定数 $T$ とステビリティファクタ $K$ を固定値として中立位置 $\theta_N$ を算出したが、 $T$ と $K$ とを変数として $\theta_N$ を算出してもよい。この場合の具体的構成例を以下に説明する。

第11図に示す車両のモデルを考える。つまり、操舵角 $\theta_s$ と中立位置 $\theta_N$ との差である $\Delta\theta_s$ がステビリティファクタ $K$ (ゲイン)だけ増幅され、さらに、一次遅れの伝達関数( $1/(Ts+1)$ );ただし、 $s$ はラプラス演算子)を用いて推定舵角

$$\hat{\theta}_T$$

が近似できる。この際、次のような離散化を行うことができる。

$$\hat{\theta}_T = \frac{K}{T_s + 1} \cdot \bar{\theta}_s \Rightarrow T \hat{\theta}_T = K \bar{\theta}_s - \bar{\theta}_T$$

$$\therefore \hat{\theta}_T = \frac{K \bar{\theta}_s - \theta_T}{T}$$

$$\hat{\theta}_1 = \hat{\theta}_{1-1} + T \cdot \hat{\theta}_{1-1}$$

ただし、 $T$ はサンプリング周期

$$= \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) \cdot \hat{\theta}_{1-1} + \frac{K T_0}{T} \cdot \bar{\theta}_{s1-1}$$

$$= \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) \cdot \hat{\theta}_{1-1} + \frac{K T_0}{T} \cdot \theta_{s1-1} + \frac{K T_0}{T} \cdot \theta_N$$

$$= a \cdot \hat{\theta}_{1-1} + b \cdot \theta_{s1-1} + c \quad \dots(4)$$

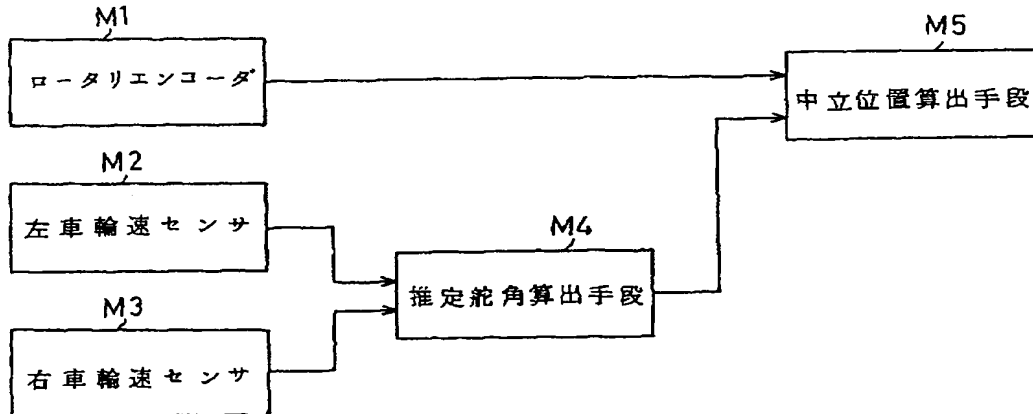
そして、この $a, b, c$ を最小二乗法により推定して、 $T, K, \theta_N$ を算出する。

つまり、第12図に示すように、左車輪速センサ21による左車輪速 $\omega_L$ と右車輪速センサ22による右車輪速 $\omega_R$ とから次式にて推定舵角 $\theta_T$ を算出する。

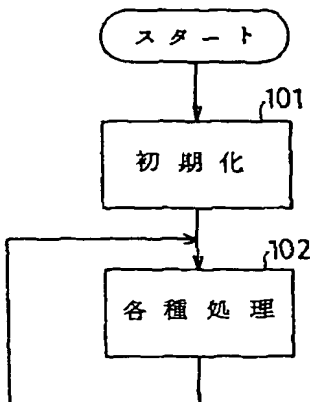
$$\hat{\theta}_T = \frac{N \cdot 1}{W} \cdot \frac{\omega_R - \omega_L}{\omega_R + \omega_L} \cdot \frac{180}{\pi}$$

そして、逐次推定法による最小二乗法により(4)式

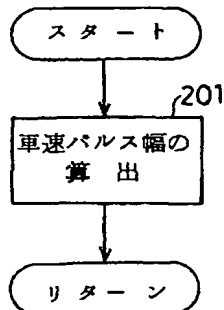
【第1図】



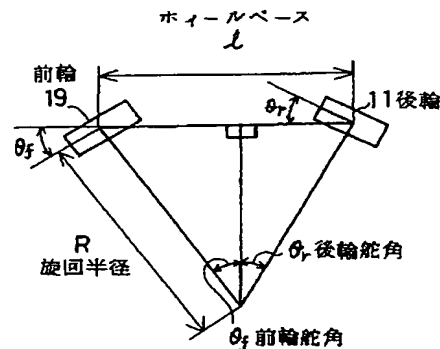
【第4図】



【第5図】

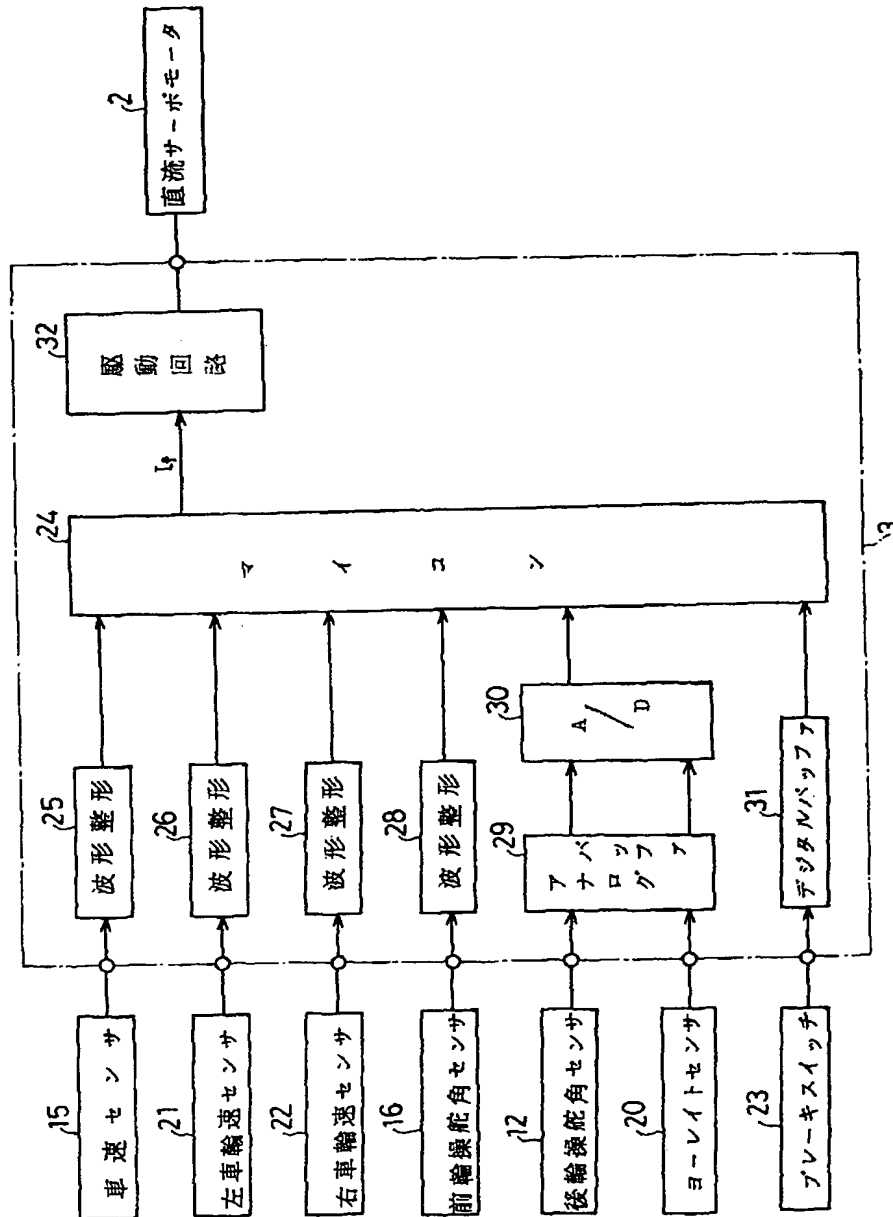


【第9図】



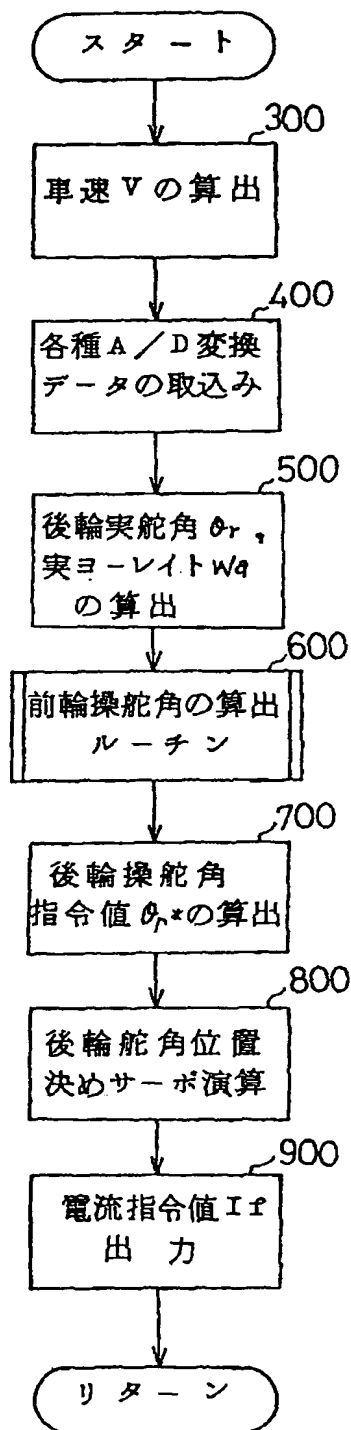


【第3図】

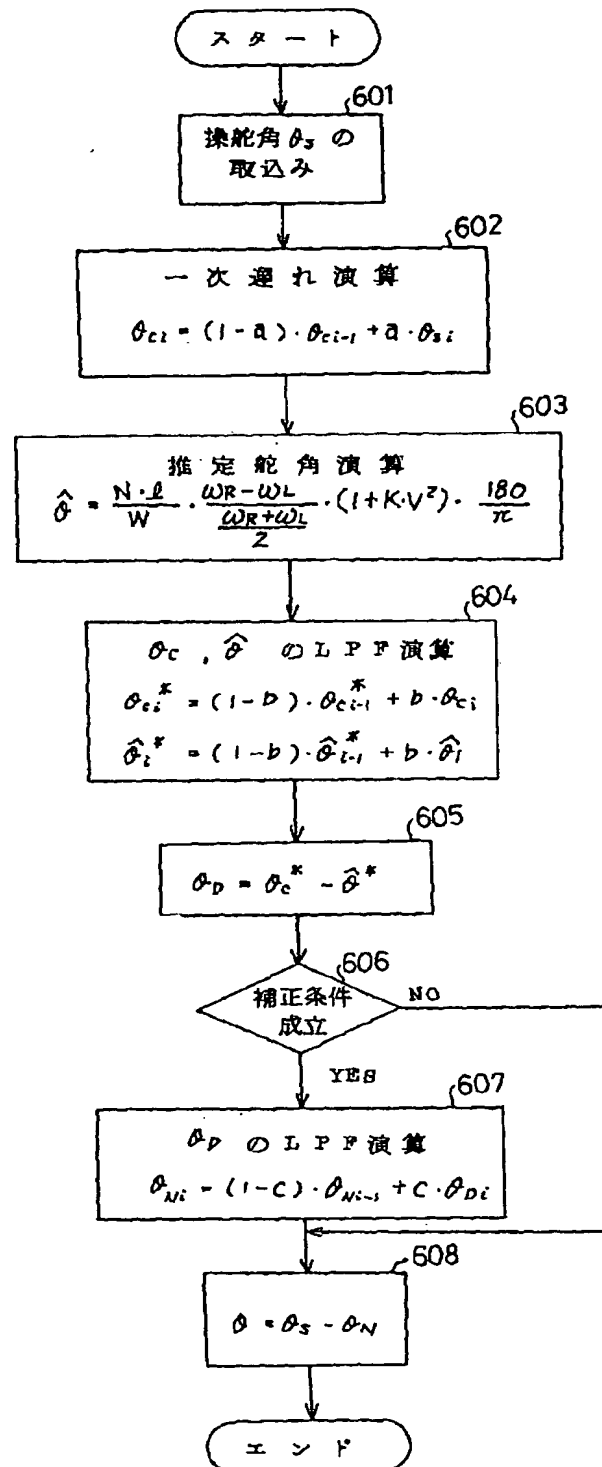




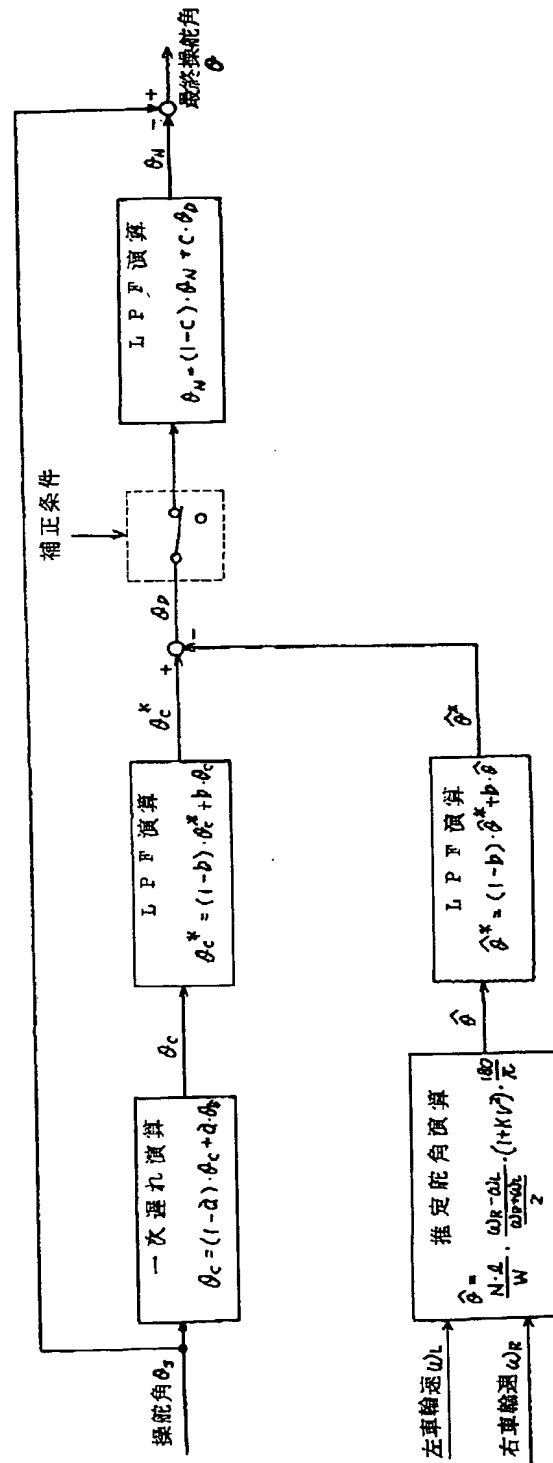
【第6図】



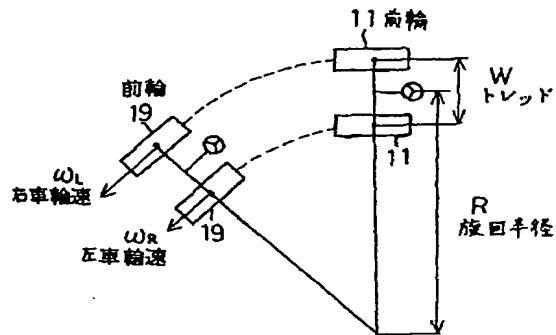
【第7図】



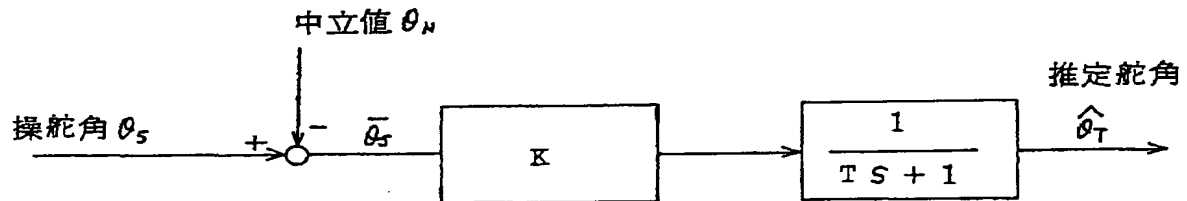
【第 8 図】



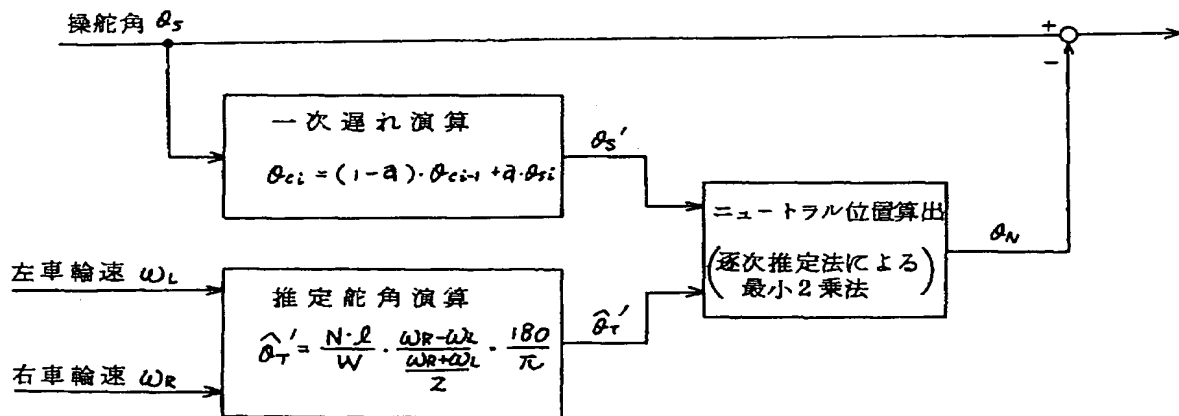
【第10図】



【第11図】



【第12図】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

B 62 D 111:00

113:00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

(11)

特許 2 6 1 4 3 4 8 号

(72) 発明者 長谷田 哲志  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 日本  
電装株式会社内  
(72) 発明者 福島 明  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 日本  
電装株式会社内  
(72) 発明者 井上 秀雄  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自  
動車株式会社内

(72) 発明者 武田 修  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自  
動車株式会社内

(56) 参考文献 特開 平 2 - 195224 ( J P , A )  
特開 昭 61 - 91512 ( J P , A )  
特開 平 1 - 250715 ( J P , A )  
実開 平 1 - 170070 ( J P , U )